

KARELIA-AMMATTIKORKEAKOULU

Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma

Juuso Tuhkanen

KIINTEÄN POLTTOAINEEN NÄYTTEENOTON KEHITTÄMINEN

Opinnäytetyö
Joulukuu 2015



OPINNÄYTETYÖ
Joulukuu 2015
Kone- ja tuotantotekniikan
koulutusohjelma

Karjalankatu 3
80200 JOENSUU
p. (013) 260 6800

Tekijä(t)
Juuso Tuhkanen

Nimeke
Kiinteän polttoaineen näytteenoton kehittäminen

Toimeksiantaja
Kuopion Energia Oy

Tiivistelmä

Tämän opinnäytetyön toimeksiantona oli tutkia lämpövoimalaitoksen kiinteän polttoaineen näytteenottoa ja siihen liittyviä ongelmia sekä selvittää jatkuvatoimisen kosteusmittauksen käyttöönoton mahdollisuutta.

Polttoaineen näytteenoton tarkoituksena on määrittää polttoaine-erän kosteuspitoisuus mahdollisimman tarkasti. Polttoaineen suhteellinen kosteus on suoraan verrannollinen lämpöarvoon, jonka mukaan polttoaine hinnoitellaan. Näytteenoton systemaattinen virhe väärentää polttoainekauppaa ja aiheuttaa mittavia lisäkustannuksia.

Työn lopussa esitellään erilaisia menetelmiä polttoaineen jatkuvatoimiseen eli online-kosteusmittaukseen. Mittausmenetelmiä tutkittaessa huomattiin, että kosteuden mittaaminen on toteutettavissa monella menetelmällä, mutta talviolosuhteet ja polttoaineiden laatu vaihtelut estävät luotettavien mittaustulosten saamisen.

Kieli
suomi

Sivuja 30
Liitteet 1

Asiasanat
näytteenotto, kosteusmittaus, biopolttoaine



THESIS
December 2015
Degree Programme in Mechanical and
Production Engineering

Karjalankatu 3
80200 JOENSUU
FINLAND
Tel. 358-13-260 6800

Author (s)
Juuso Tuhkanen

Title
Developing Solid Fuel Sampling Systems

Commissioned by
Kuopion Energia Oy

Abstract

The purpose of this thesis was to examine thermal power plants solid fuel sampling and its problems and also the utility of online moisture measurement applications.

The goal of fuel sampling is to determine the moisture content of a batch of fuel. The fuels moisture content is directly proportional to its thermal energy, which determines how much the fuel is worth. Systematic error of sampling falsifies the pricing of fuel and adds additional expenses.

Later on in the thesis is presented a variety of online-measurement applications. There are a few different methods to measure moisture content online, but winter conditions and alteration in fuel quality prevent from getting reliable results.

Language
Finnish

Pages 30
Appendices 1

Keywords
fuel sampling, moisture measurement, biofuel

Sisältö

Tiivistelmä

Abstract

Sanasto	5
1 Johdanto.....	6
2 Opinnäytetyön lähtökohdat	6
2.1 Työn tausta	6
2.2 Yrityksen esittely	8
2.3 Haapaniemen voimalaitos	9
3 Polttoaineen näytteenotto	11
3.1 Yleistä	11
3.2 Kosteusanalyysi	12
3.3 Taloudellinen vaikutus	13
3.4 Näytteenottosuunnitelma.....	14
4 Polttoaineet	15
4.1 Turve	16
4.2 Puupolttoaineet.....	18
5 Näytteenoton toiminnankuvaus ja ongelmat	20
5.1 KPA3.....	20
5.2 KPA4.....	22
5.3 Käsinnäytteenotto.....	23
6 Online-mittaus	24
6.1 Infrapunasäteily.....	24
6.2 Mikroaallot.....	25
6.3 Röntgen- ja gammasäteily.....	26
6.4 NMR-mittaus	26
7 Näytteenottomenetelmät.....	27
7.1 Liikkuva polttoainevirta.....	27
7.2 Paikallaan oleva polttoaine	28
8 Näytteenottopaikka.....	28
9 Yhteenveto.....	29
Lähteet.....	30

Liite

Liite 1 Haapaniemen voimalaitoksen näytteenottosuunnitelma

Sanasto

Absorptio	Atomien, molekyylien ja ionien imeytyminen aineeseen.
Näyte	Ainemäärä, joka edustaa suurempaa määrää, jolle laatu määritetään.
Kokoomanäyte	Näyte, joka muodostetaan jonkin erän tai osaerän kaikista yksittäisnäytteistä.
Lämpöarvo	Polttoaineen täydellisessä palamisessa kehittyvä lämpöenergiamäärä massayksikköä kohden (MJ/kg).
Laboratorionäyte	Toimituserän kokoomanäytteestä homogenisoitu ja jaettu osanäyte laboratoriokäyttöön.
KPA	Kiinteän polttoaineen vastaanottoasema.
Online-mittaus	Mittaus, joka suoritetaan laitteiston käydessä.
Permittiivisyys	Permittiivisyys kuvaa, miten väliaine vaikuttaa siihen kohdistuvaan sähkökenttään.
NMR	Ydinmagneettinen resonanssi (nuclear magnetic resonance) on ilmiö, jossa voimakkaassa magneettikentässä oleva atomiydin absorboi energiaa radiotaajuisesta sähkömagneettisesta kentästä.
Säteily	Energian etenemistä avaruudessa aaltojen tai subatomisten hiukkasten muodossa.

1 Johdanto

Tämä opinnäytetyö on tehty Kuopion Energian toimeksiannosta. Sen tarkoituksena on tutkia Haapaniemen voimalaitoksen kiinteän polttoaineen näytteenottoa ja siinä ilmeneviä ongelmia, sekä pohtia kehittymahdollisuuksia ja vaihtoehtoisia näytteenottotapoja. Näytteenoton tarkoituksena on määrittää mahdollisimman tarkasti voimalaitokselle saapuvan polttoainetoimituksen kosteuspitoisuus. Huonosti tehty näytteenotto voi antaa väärän kuvan polttoainetoimituksen energiamäärästä ja vääristää polttoaineen hintaa.

Voimalaitoksella on käytössä kolme kiinteän polttoaineen vastaanottoasemaa, joista vanhinta ja vähäisimmällä käytöllä olevaa ei käsitellä tässä työssä. Vastaanottoasemilla on käytössä erilliset automaattinäytteenottimet ja tavoitteena on kartoittaa niiden heikkoudet ja toimintakatkoksia aiheuttavat tekijät. Työn alussa esitellään voimalaitoksen toimintaa ja laitteistoa, näytteenoton nykytilannetta ja käytössä olevat polttoaineet. Lopuksi selvitetään online-kosteusmittauksen käyttöönoton mahdollisuutta voimalaitoksella.

2 Opinnäytetyön lähtökohdat

2.1 Työn tausta

Polttoaineen näytteenoton merkitys on korostunut voimalaitoksilla viime vuosina biopolttoaineiden käytön yleistyessä. Biopolttoaineille on ominaista useat eri polttoainetyypit sekä suuret vaihtelut mm. kosteudessa, lämpöarvossa ja palakoossa. Biopolttoaineiksi kutsutaan eloperäisiä kasvimassoja, kuten puuta, hakkuutähdettä ja ruokohelpiä. Suuren laatuvariaation vuoksi polttoaineiden näytteenoton merkitys on korostunut ja samalla edustavan näytteen ottaminen hankaloitunut. Fossiilisia polttoaineita käytettäessä näytteenotto oli yksinkertaisempaa, koska ne ovat verrattain tasalaatuisia kosteudeltaan sekä palakooltaan, eivätkä yleensä sisällä vierasesineitä.

Käytännössä näyte voitiin ottaa mistä tahansa kuorman osasta ja olettaa, että se edustaa koko polttoainetoimitusta.

Polttoaineen laadunvalvonta on tärkeää myös laitoksen hyötysuhteen, päästöjen ja kestävyyskannalta. Lämmöntuotannossa polttoaineen kosteudella on suuri merkitys palamisprosessiin, polttolaitteiston toimivuuteen, polttoaineenkulutukseen ja laitoksen hyötysuhteeseen. Liian kostea polttoaine palaa epäpuhtaasti, ja mm. nokea, tuhkaa ja haitallisia päästöjä muodostuu enemmän kuin optimaalisen kuivalla polttoaineella.

Kosteuden haihtuminen kuluttaa energiaa, jolloin tuottavuus energiantuotannossa heikkenee. Lämpöarvolla tarkoitetaan täydellisessä palamisessa vapautuvaa lämpöenergiämäärää massayksikköä kohti. Kiinteiden ja nestemäisten polttoaineiden kohdalla yksikkönä käytetään yleensä megajoulea polttoainekiloa kohti. Tehollinen lämpömäärä kertoo massayksikköä kohti vapautuvan lämpömäärän, kun polttoainetta poltetaan ja polttoaineen sisältämästä vedystä muodostuva vesi ja polttoaineen sisältämä vesi höyrystyvät. Tehollisen lämpöarvon ja kosteuden välillä on suora yhteys, joten kosteuden kasvaessa lämpöarvo laskee. (Alakangas, Alanen, Airaksinen, Puhakka, Soini, Siponen & Kainulainen 2001, 5 – 6).

Polttoaineet edustavat ylivoimaisesti suurinta menoerää voimalaitoksien kustannuksissa, ja polttoaineen hinta puolestaan määräytyy näytteistä määritetyn lämpöarvon ja punnitustietojen mukaan. On siis laitoksen kannattavuutta ajatellen äärimmäisen tärkeää, että näyte saadaan otettua mahdollisimman hyvin koko polttoainetoimitusta edustavaksi.

On arvioitu, että näytteenoton tarkkuudesta noin 80 % tai enemmän riippuu näytteenoton edustavuudesta kuin näytekäsittelystä ja itse kosteusmäärittämisestä. Siksi myös EU-tasolla on laajan biopolttoainestandardoinnin yhteydessä otettu käyttöön uusi näytteenotto- ja näytekäsittelystandardi SFS-EN 14778 ja SFS-EN 14780. (Järvinen 2013, 9.)

2.2 Yrityksen esittely

Kuopion Energia Oy on vuonna 1906 perustettu Kuopion kaupungin omistama energiapalveluyritys, jonka toimialat ovat kaukolämpö, energiantuotanto ja sähkökauppa. Sähköä ja kaukolämpöä tuotetaan Haapaniemen voimalaitoksella sekä Pitkälahden biokaasumoottorivoimalaitoksella. Huippukuormitustilanteissa sekä mahdollisissa Haapaniemen laitoksen häiriötilanteissa kaukolämpöä tuotetaan myös öljykäyttöisillä lämpökeskuksilla, jotka on sijoitettu eri puolille kaukolämpöverkkoa. Lämpökeskuksia Kuopion Energialla on yhteensä yhdeksän. Kuopion Energia tuotti vuonna 2014 404 GWh sähköä ja 933 GWh kaukolämpöä (Kuopion Energia 2015a, 14 - 15).

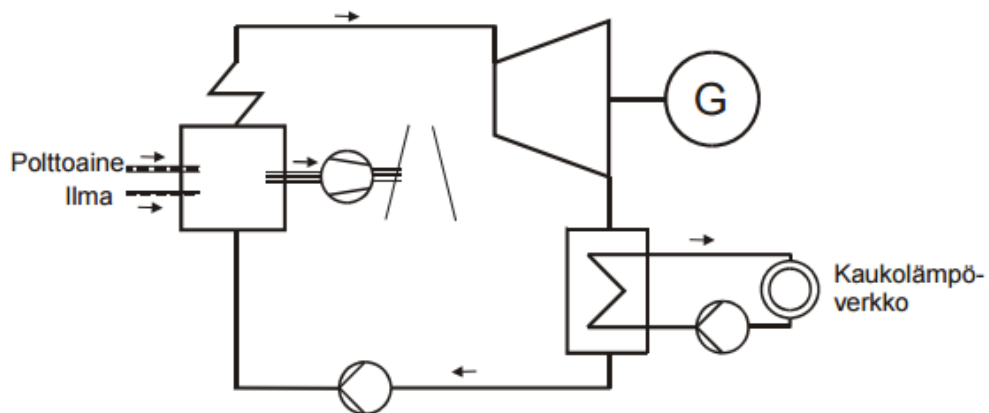
Kuopion jakelualueen sähkönsiirrosta vastaa Kuopion Sähköverkko Oy, joka on Kuopion Energian tytäryhtiö. Kuopion Energia suosii kotimaisia polttoaineita ja sillä on myös omaa turvetuotantoa, joka kattaa normaalina tuotantovuotena 10 – 15 % kokonaispolttoainemäärästä. Pääpolttoaineina ovat kotimaiset biopolttoaineet ja turve, joita poltetaan vuosittain noin 1,8 - 2 miljoonaa kuutiota. Normaleissa käyttötilanteissa ei nykyisin tarvita enää öljyä, ainoastaan laitosten ylös- ja alasajoissa käytetään pieniä määriä kevyttä ja raskasta öljyä lämmittämään hiekkapeti, jotta kiinteän polttoaineen palaminen on puhtaampaa. (Kuopion Energia 2015b.)



Kuva 1. Yritysrakenne (Kuopion Energia 2015)

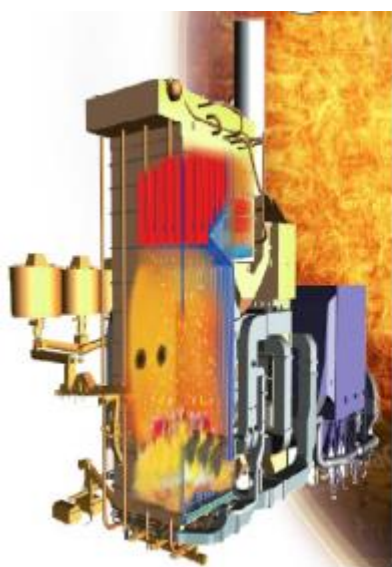
2.3 Haapaniemen voimalaitos

Haapaniemen voimalaitos on Kuopion Energian päätuotantolaitos, joka tuottaa suurimman osan kaupungin kaukolämmöstä ja sähköstä. Voimalaitos käsittää kaksi erillistä voimalaitosblokkia eli kattilan ja turbiinin yhdistelmää. Kummatkin ovat vastapainevoimalaitoksia, eli samassa prosessissa tuotetaan sähköä sekä kaukolämpöä. Yhdistetyllä tuotannolla polttoaineen energiasisältö saadaan hyödynnettyä kaikkein parhaiten, koska turbiinilta lähtevän höyryn lämpö otetaan talteen kaukolämmönsiirtimellä. Pelkkää sähköä tuottavan lauhdutusvoimalaitoksen kokonaishyötysuhde on parhaimmillaan noin 44 % ja kaukolämpöä tuottavan vastapainevoimalaitoksen noin 90 %. (Huhtinen 1997.)



Kuva 2. Vastapainevoimalaitoksen pelkistetty kytkentä

Haapaniemi II-laitos (HP2) aloitti toimintansa vuonna 1982 A. Ahlström Oy:n valmistamalla turvepölypolttokattilalla. Metso uudisti kattilan polttotekniikan pölypoltosta leijukerrostekniikkaan vuonna 2013. Muutostöiden myötä puuta ja turvetta voidaan polttaa käytännössä vapaalla suhteella ja raskaan polttoöljyn käyttö väheni merkittävästi. Kuplapetikattilalla saadaan entiseen kattilaan verrattuna sama teho matalammilla tulipesän lämpötiloilla, jolloin typen oksidien muodostuminen vähenee aiempaan nähden. Tulipesään voidaan tarvittaessa ruiskuttaa myös ureaa, joka reagoidessaan kattilassa olevien typen oksidien kanssa laskee päästöjä entisestään. Kuplaleijupeti perustuu tulipesän pohjalla olevaan hiekkaan, jonka läpi puhalletaan palamisilmaa niin, että hiekkapatja kuplii tulipesän alaosassa. Polttoaineensyötössä hienojakoinen polttoaine palaa kattilan yläosassa ja suuremmat partikkelit tippuvat alempana kuplivaan 800 asteiseen hiekkapatjaan joka tasoittaa palamista.

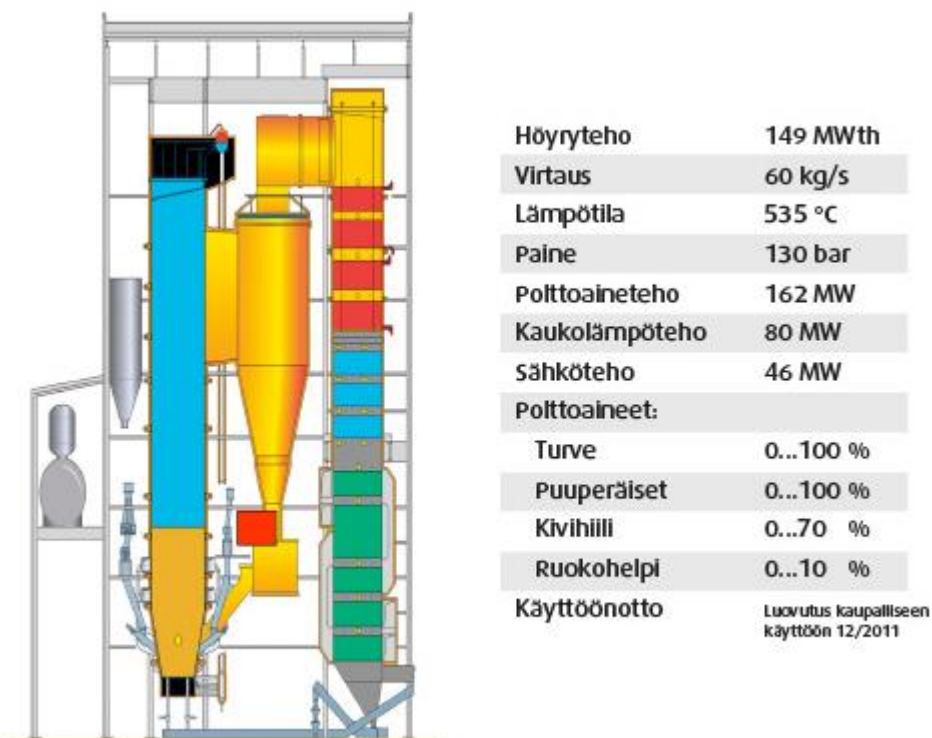


Höyryteho	240 MWth
Virtaus	88 kg/s
Lämpötila	530 °C
Paine	115 Bar
Polttoainetehtä	245 MW
Sähköteho	60 MW
Lämpöteho	120 MW
Polttoaineet:	
Turve	0...100 %
Puuperäiset	0...100 %
Kivihilli	0...70 %
Ruukohelpi	0...10 %

Kuva 3. HP2 tunnuslukuja (Kuopion Energia 2015)

Haapaniemi III (HP3) valmistui vuonna 2011, laitoksella on käytössä Metson kiertoleijupetikattila. Kiertoleijussa kattilan pohjasta puhallettava palamisilma saa hiekan lentämään savukaasujen mukaan. Hiekka erotetaan syklonissa, josta se palaa takaisin tulipesään. Kiertoleijukattilan etuna on suuri valikoima erilaisia polttoaineita ja polttoaineseoksia, sekä matalammat lämpötilat tulipesässä. Kosteaa polttoainetta pienentää prosessin hyötysuhdetta, koska polttoaineen sisältämän veden höyrystymiseen kuluu

energiaa. Lisäksi kostea polttoaine palaa epäpuhtaasti, ja mm. nokea, tuhkaa ja haitallisia päästöjä muodostuu enemmän, kuin kuivalla polttoaineella.



Kuva 4. HP3 tunnuslukuja (Kuopion Energia 2015)

3 Polttoaineen näytteenotto

3.1 Yleistä

Näytteenoton tarkoituksena on määrittää saapuvan polttoaine-erän ominaisuuksia ottamalla yksittäisnäytteitä niin, että niiden muodostaman kokoomanäytteen voidaan katsoa edustavan koko polttoaine-erää. Lukuisat eri polttoainetyypit ja laatuvaihtelut hankaloittavat edustavan näytteen ottamista. Suuren partikkelikoon ja laadun vaihtelun vuoksi jokaisella kappaleella tulisi olla yhtä suuri todennäköisyys valikoitua näytteeseen. Analysoitavan näytteen edustavuuteen vaikuttavat näytteenottomenetelmä, yksittäisnäytteiden lukumäärä ja tilavuus sekä näytteenottopaikka.

On vaikea ottaa näytteitä tavalla, joka täyttää hyvän näytteenoton periaatteen, että jokaisella erän yksittäisellä osalla on yhtäläinen todennäköisyys tulla mukaan lopulliseen näytteeseen. Mahdollisuus, että tämä tilanne voidaan saavuttaa paikallaan olevasta materiaalista (esim. siilosta, varastosta tai kuorma-autosta) on pieni. Näytteenotto on helpompaa liikkuvasta materiaalista (esim. kuljetinhihnalta tai kun kuormaa puretaan). Siksi näytteenotto tehdään virtaavasta materiaalista aina, kun se on mahdollista. (SFS 2011, 40.)

Näytteenotto tulisi tehdä mahdollisimman nopeasti punnituksen jälkeen, polttoaineen saapumistilassa. Näyte on säilytettävä suljetussa ja ilmatiiviissä astiassa, jotta vältetään kosteuden häviämistä tai lisääntymistä.

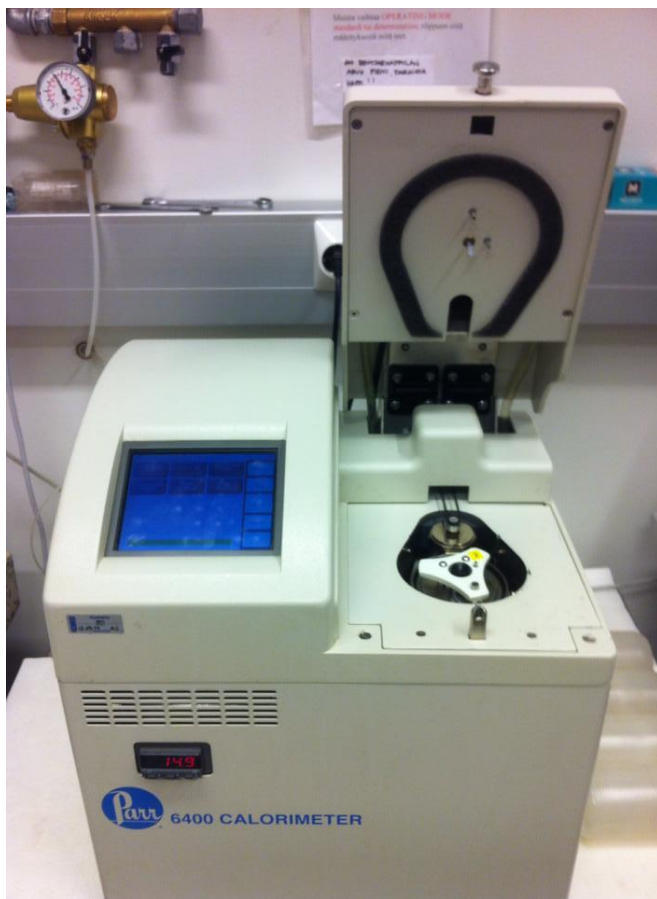
3.2 Kosteusanalyysi

Nykyisen mallin mukaan jokaisesta saapuvasta polttoaine-erästä otetaan näytteet joko automaattilla tai manuaalisesti. Näytteet jätetään vastaanottoaseman näytehyllyyn, josta ne haetaan voimalaitoksen laboratorioon. Laboratoriossa määritetään polttoaineiden kosteus uunikuivausmenetelmällä jokaisesta saapuvasta toimituserästä.

Uunikuivaus on standardin SFS-EN 14774 mukainen menetelmä kiinteiden biopolttoaineiden kosteuden määrittämiseen. Uunikuivausmenetelmän peruseriaate on kuivata näyte lämpökaapissa niin, että näytteen kuivamassa ei muutu. Näyte punnitaan ennen kuivausta kosteana ja lämpökaappikuivauksen jälkeen uudelleen kuivana. Punnitustulosten ero ilmaisee haihtuneen veden määrän eli polttoaineen kosteuden. Kuopion Energian laboratoriossa kaapin lämpötila on 105 ± 1 celsiusastetta ja kuivauksen aika 20 – 24 tuntia. Jokaisesta näytteestä tehdään lämpökaappiin kaksi noin 185 g näytevuokaa. Uunikuivauksella saatua kosteuspitoisuutta käytetään vertailukohteena, kun kokeillaan vaihtoehtoisia mittaustekniikoita.

Kaikista saman polttoainetoimittajan polttoaine-eristä tehdään yksi kokoomanäyte lämpöarvon määrittystä varten kerran viikossa tai kerran kuukaudessa, riippuen toimittajasta. Kaikki yksittäisnäytteet sekoitetaan ja jauhetaan, jolloin saadaan tietyn aikavälin kokoomanäyte. Lämpöarvo saadaan määritettyä pommikalorimetriksi

kutsutulla laitteella, joka polttaa veden ympäröimän näytteen happi-ilmakehässä. Pommikalorimetrissä reaktio tapahtuu vakiotilavuudessa, joten sisäenergian muutos ΔU on sama kuin vapautuva lämpömäärä q_v . Poltossa tapahtuva lämpöenergian siirtyminen pommia ympäröivään veteen aiheuttaa siinä lämpötilan nousun, jota laite mittaa. Lämpötilan muutoksen avulla voidaan laskea polttoaineen lämpöarvo.



Kuva 5. Kalorimetri (Kuva: Juuso Tuhkanen)

3.3 Taloudellinen vaikutus

Jokainen polttoainekuorma punnitaan laitokselle tullessa sekä laitokselta pois lähtiessä, jolloin saadaan vastaanottoon jäänyt polttoainemäärä. Polttoaine-eristä otetaan näytteet joko manuaalisesti tai automatisoidusti, ja näytteistä määritetään kosteus ja lämpöarvo. Polttoainetoimituksen punnitustietojen ja näytteiden analyysitulosten perusteella lasketaan toimituserän energiamäärä, minkä mukaan polttoaine-erästä maksetaan sen toimittajalle. Näytteenotto on talouden kannalta tärkein ja eniten epävarmuutta aiheuttava työvaihe polttoaineen laadun määrittämisessä.

Väärin valitusta näytteenottotavasta tai näytteenottopaikasta aiheutuva systemaattinen virhe kosteuden määrittämisessä voi maksaa yritykselle ja heikentää laitoksen hyötysuhdetta. Systemaattinen virhe toistuu jokaisella mittauksella huolimatta siitä, kuinka monta mittausta suoritetaan. Polttoaineen ollessa 40 % kosteudessa jokainen 1 prosenttiyksikön systemaattinen virhe aiheuttaa saapumistilassa olevan polttoaineen lämpöarvossa 2 % virheen. Virhe lämpöarvossa on sitä suurempi, mitä kosteampaa polttoaine on, esimerkiksi kosteuden ollessa 50 % virhe kasvaa noin 2,6 %. (Impola & Järvinen 2012, 4.)

Kuopion Energian turpeen ja biopolttoaineiden kulutus oli 1670 GWh vuonna 2014. Jo yhden prosenttiyksikön systemaattinen virhe kosteudessa aiheuttaa edellä mainitussa määrässä 33,4 GWh virheen energiamäärässä. Rahallisesti 33,4 GWh on 567 800 € polttoaineen keskihinnan ollessa 17 € / MWh.

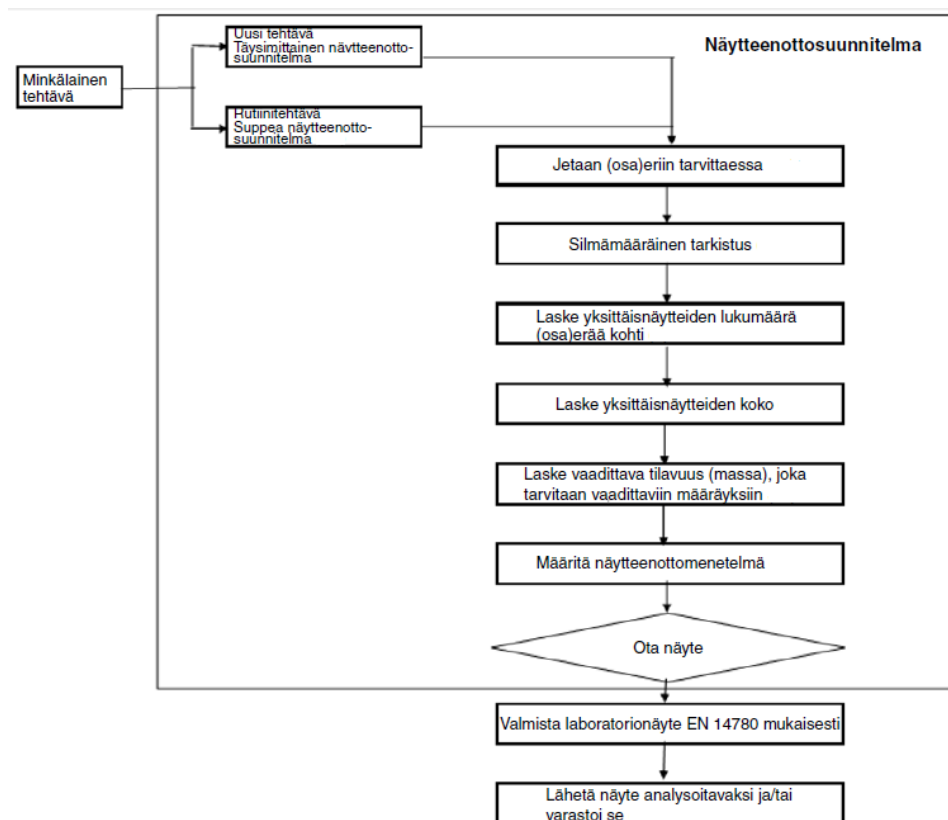
3.4 Näytteenottosuunnitelma

Näytteenottosuunnitelman tehtävänä on selventää tavoitteet, joihin näytteenotolla halutaan saada vastauksia, sekä miten, missä ja milloin näyte otetaan. Näytteenotosta laaditaan yleensä näytteenottosuunnitelma, jonka polttoainekaupan osapuolet hyväksyvät. Näytteenottoon liittyvät muutokset on hyväksyttävä yhdessä polttoainekaupan osapuolten kesken. Jokaiselle laitokselle on suositeltavaa laatia oma yksityiskohtainen näytteenottosuunnitelma. (Impola & Järvinen 2012, 10.)

Näytteenottosuunnitelmassa on otettava huomioon laitoskohtaisesti ajoneuvojen purkumenetelmät, laitoksen vastaanoton ja käsittelylaitteiston asettamat vaatimukset ja rajoitukset, jotta saavutetaan mahdollisimman hyvä ja luotettava vastaanotto- ja käsittelymenetelmä. Tämän lisäksi on tärkeää huomioida turvallisuus.

Suunnitelman pohjalta laaditaan tiivistetty ja yksinkertainen näytteenotto-ohje, jonka mukaan ajoneuvon kuljettajat toimivat kuormaa purettaessa. Suunnitelmassa sovitaan kunkin laitoksen kanssa vastaanottoon parhaiten soveltuva näytteenottopaikka ja näytteenottomenetelmä, käytettävät näytteenottolaitteet ja -välineet, yksittäisnäytteiden

lukumäärät ja tilavuudet, näytteiden käsittely, säilytys ja merkintä ja näytteenoton dokumentointi sekä poikkeustilanteiden hallinta.



Kuva 6. Näytteenottosuunnitelman menettely (SFS-EN 14778 2011)

4 Polttoaineet

Voimalaitoksen polttoaineina käytetään pääasiassa kotimaista turvetta ja biopolttoaineita, joita poltetaan seoksena parhaan hyötysuhteen aikaansaamiseksi. Polttoainetta ajaa laitokselle kymmenet eri toimittajat noin 150 kilometrin säteellä Kuopiosta, yhteensä 1,8 - 2 miljoonaa kuutiota vuosittain. Vuonna 2014 kulutus oli noin 1673 GWh, biopolttoaineiden osuus oli 57 % ja turpeen 43 %. Kivihiihtä poltetaan ainoastaan talvisin turpeen korvikkeena huonon turvetilanteen vuoksi, sen käyttö on saatu vähennettyä 2,5 % kokonaispolttoainemäärästä. Tavoitteena on, että kivihiihtä ei jatkossa tarvittaisi ollenkaan. Öljyä ei polteta varsinaisen käynnissäolon aikana ollenkaan, vaan ainoastaan kattilan ylös- ja alasajon yhteydessä. (Kuopion Energia 2015a, 14 - 15.)

4.1 Turve

Turve on suokasvien jäänteistä epätäydellisen maatumisen seurauksena kosteissa ja hapettomissa olosuhteissa muodostunut eloperäinen maalaji. Turpeeksi luokitellaan maalaji, jonka orgaanisen aineen osuus kuivamassasta on vähintään 75 %. Turpeen muodostuminen on kerran liikkeelle lähdettyään jatkuva itseään ruokkiva geologinen prosessi. Turpeen koostumus ja rakenne vaihtelevat suuresti kasvilajikoostumuksen ja maatumisasteen mukaan. Turvetta syntyy kerroksittain turvesuoalueilla. Yleisimmin käytetty maatumisasteen määrittäminen maastossa on ruotsalaisen Lennart von Postin kymmenasteikko eli ns. H -arvo (huminosideetti), jossa H1 kuvaa täysin maatumatonta ja H10 täysin maatunutta turvetta. Energian tuotantoon käytettävän turpeen maatumisaste on tavallisesti yli H4. (Puttonen 2011, 13.)

Suomessa turve on luokiteltu hitaasti uusiutuvaksi biomassapolttoaineeksi ja EU:ssa päästökauppavelvolliseksi polttoaineeksi. Turpeen poltto-ominaisuuksiin vaikuttaa pääasiassa maatuneisuus ja turvelaji, sekä fysikaaliset ominaisuudet kuten tuhkapitoisuus, kuiva-ainemäärä ja rikki- ja happipitoisuus.

Energialähteenä turve muistuttaa läheisesti puuta, ja niitä poltetaan usein yhdessä seospolttolaitoksissa. Kun turvetta käytetään energialähteenä yhdessä kiinteiden biopolttoaineiden kanssa, palaminen tehostuu ja korroosio ja kuonautuminen vähenevät.

Jyrsinturve

Jyrsinturve on turvesuon pinnasta jysimällä tuotettua energiaturvetta. Turve kuivataan aumoissa aurinkoenergialla. Palakoossa on suurta vaihtelua ja seassa on yleensä pieniä määriä maatumattomia tai huonosti maatuneita kasvinosia. Jyrsinturpeen kosteuden tulisi olla 40 – 60 % saapumistilassa.



Kuva 7. Jyrsinturve (Vapon kuvapankki 2015)

Palaturve

Palaturve puristetaan mekaanisesti paloiksi ennen aumausta. Palamuotoja on mm. sylinteri, kuutio ja laine. Palakoko on tyypillisesti halkaisijaltaan 40 – 70 mm ja pituudeltaan 50 – 200 mm. Palaturpeen kosteus on keskimäärin 34 – 36 %.



Kuva 8. Palaturve (Vapon kuvapankki 2015)

Pelletit ja briketit

Jauhetusta jysinturpeesta puristetaan sideaineen avulla tai ilman turvebrikettejä ja -pellettejä. Briketit ovat mäntäpuristimella valmistettuja, muodoltaan lieriöitä tai kuutioita ja niiden halkaisija tai pienin mitta ylittää 25 mm. Pelletit valmistetaan matriisilla lieriön muotoisiksi, niiden halkaisija on yleensä 6 – 25 mm. Pelletit ja briketit ovat kosteudeltaan 10 % luokkaa. (Energiaturpeen laatuohje 2006.)



Kuva 9. Turvepelletti (Vapon kuvapankki 2015)

4.2 Puupolttoaineet

Metsäbiomassat ovat suurin bioenergian raaka-ainelähde Suomessa. Valtaosa puuperäisestä polttoaineesta on teollisuuden prosessitähteitä. Kiinteitä teollisuuden prosessitähteitä, kuten haketta, mursketta, kuorta, sahanpurua ja lastua, syntyy lähinnä sellu- ja sahateollisuudessa. Puupolttoaineita tuotetaan myös suoraan metsistä leikkaamalla tai murskaamalla joko kokopuuta tai hakkuun yhteydessä syntyvää puutähdettä. Teollisuudesta saatavia prosessitähteitä, kuten sahanpurua tai höylänlastua, voidaan käyttää sellaisenaan tai puristaa ne briketeiksi tai pelleteiksi.

Energiapuun tärkeimmät ominaisuudet ovat lämpöarvo ja kosteus sekä käsittelyyn vaikuttavat palakoko ja tiheys. Puu ei sisällä lähes ollenkaan rikkiä, eikä rikkipäästöjä näin ollen synny sen polttamisesta merkittävästi. Myöskään typpipäästöt eivät muodosta ongelmaa. Puun poltossa syntyvä hiilidioksidi ei lisää ilmakehään pääsevän hiilidioksidin määrää, sillä polttamisen sijasta lahoamaan jääneestä puusta vapautuu vastaava määrä hiilidioksidia, joskin hitaammin. (Bioenergiapörssi 2015.)

Hakkeet ja murskeet

Luonnonmetsästä ja istutusmetsästä korjattavasta puuraaka-aineesta voidaan valmistaa kokopuu-, runko-, hakkuutähde- ja kantohaketta tai -mursketta. Lisäksi puunjalostusteollisuuden sivutuotteista ja tähteistä sekä käytöstä poistetusta puusta ja puutuotteista valmistetaan haketta ja mursketta. Polttoon käytettävän hakkeen ja -murskeen suosituskosteus on 30 – 40 %.



Kuva 10. Kokopuuhake (Vapon kuvapankki 2015)

Pelletit

Puupellettien valmistuksessa käytetään raaka-aineena pääasiassa kutterinlastua, sahanpurua ja puuhiontapölyä, joita saadaan puuteollisuudessa syntyvinä sivutuotteina. Raaka-aine käsitellään ja puristetaan kovan paineen avulla matriisiin lävitse. Puristuksen aikana raaka-aine lämpenee ja siitä vapautuva ligniini sitoo raaka-aineen tiiviiksi, lieriön muotoisiksi kappaleiksi. Puupelletit ovat halkaisijaltaan noin 6 – 12 mm ja pituudeltaan noin 5 – 20 mm. Puupelletin kosteus saapumistilassa on tavallisesti 7 – 8 % ja käyttövalmiin puupelletin suositus kosteus on noin 10 %.



Kuva 11. Puupelletti (Vapon kuvapankki 2015)

Kuori

Kuori on puunrunkoa suojaava kerros. Ulko- ja sisäkuori käsittää kokopuun kuiva-aineesta 10 – 15 %. Puunkuori on rakenteeltaan ja koostumukseltaan puuaineista heterogeenisempaa eli epäyhtenäisempää. Etenkin uuteaineiden ja epäorgaanisten aineiden määrä voi vaihdella suuresti. Kemialliseen koostumukseen vaikuttavat merkittävästi mm. kasvupaikka, puulaji ja puun ikä. Puunkuoren kokonaiskosteus saapumistilassa on 45 – 65 % ja polttovalmiin puunkuoren kosteus voi olla myös alle 40 %, riippuen käyttökohteesta.

5 Näytteenoton toiminnankuvaus ja ongelmat

Polttoaineterminaalissa on käytössä kolme vastaanottoasemaa joihin polttoainetoimitukset puretaan. Tarpeen vaatiessa kuorma voidaan purkaa myös polttoainekentälle, jossa on käytössä aina käsinäytteenotto. Jokaisella vastaanottoasemalla on oma purkuhalli ja automaattinen näytteenotin. Näytteenottimen ollessa epäkunnossa tai toisesta syystä poissa käytöstä, otetaan näyte käsin Kuopion Energian näytteenottosuunnitelman mukaisesti. (liite1.)

KPA2 on vanhin käytössä oleva vastaanottoasema, se voi vastaanottaa pelkästään turvetta peräpurkuhalliin. Näytteenotin sijaitsee välivarastoon johtavalla kuljettimella, jossa se ottaa näytteen putoavasta turvevirrasta ja sitä voidaan käyttää yhdellä toimittajalla kerrallaan. Asema toimii yhdelle polttoainetoimittajalle kerrallaan niin kuin sen pitääkin, joten sitä ei käsitellä enempää tässä työssä.

5.1 KPA3

Polttoaineen näytteenottoa ohjaa energiaketjun tiedonhallintajärjestelmä Once. Once-järjestelmä pitää sisällään kaikki polttoainetiedot sekä varastotaseen. Kerran tallennettu tieto on reaaliaikaisesti kaikkien toimitusketjun osapuolien hyödynnettävissä. Näytteenoton toiminnan aloitus tapahtuu kuljettajan kirjautumalla Once-päätteelle, josta

aloitetaan auto paikalla -toiminto. Päätteelle kirjaudutaan auton rekisterinumerolla ja kuljettajan henkilökohtaisella tunnuksella. Auto paikalla -tieto avaa hallin nosto-ovet ja liikennevalot ohjaavat auton halliin. Auton kirjautuessa sisään molemmilla linjoilla pyörii tyhjennysajo, eli ruuveja pyöritetään tyhjennyssuuntaan 45 sekunnin ajan.

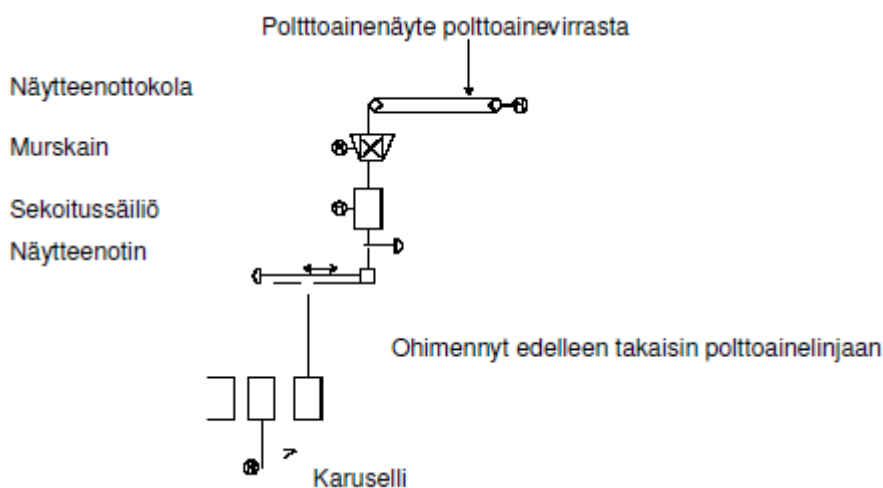
Näytesekvenssit alkavat kuljettajan syöttäessä purku ohi -tiedon Onceen. Sekvenssi sisältää myös huuhtelusekvenssin, joka on identtinen näytteenottosekvenssin kanssa lukuun ottamatta itse näytteen talteenottoa ja näyteruuvien pyörintäaikaa. Huuhtelusekvenssin jälkeen kaikki viisi näytteenottoruuvia käyvät eteenpäin 25 sekuntia, keräyskolakuljetin ja näytemurskain käynnistyvät sekä välisekoittimen yläluukku aukeaa. Kun ruuvit ovat pyörineet 25 s eteenpäin, ne pyörivät välittömästi taaksepäin 45 s seuraavaa autoa varten. Keräyskolakuljetin tuo näytteet ruuveilta välisekoittimeen, jonka tilavuus on 150 litraa. Välisekoittimessa näyte-erää sekoitetaan 30 s, jonka jälkeen avautuu sekoittimen pohjaluukku ja n. 4 litran sekundäärinäytekauha tulee em. luukun alle ja on siinä n. 30 s. Välisekoitin tyhjenee sekundäärinäytekauhaan, josta näyte ohjataan järjestelmän osoittamalle, toimittajaa vastaavalle loppusekoittimelle. Sekoittimia on yhteensä kahdeksan, joista sekoittimet 7 ja 8 ovat tilavuuksiltaan suurempia ja näihin mahtuu 30 näytettä. Ylitäyttö voi olla 5 näytettä ja on muutettavissa Oncen kautta. Näytteenottimien on mahdollista olla joko kiinteillä tiedoilla, tai aine/toimittajakohtaisesti. Loppusekoittimien näytteet viedään laboratorioon uunikuivaukseen.

KPA3:lla on käytössä sekä perä- että sivupurkuhalli. Peräpurkumontussa on viisi näytteenottoruuvia, polttoaine tippuu näistä vähintään kahdelle, riippuen siirretäänkö autoa purun aikana. Sivukippilinjalla on neljä näytteenottoruuvia ja polttoaine tippuu niistä jokaiselle. KPA3 voi vastaanottaa sekä puu- että turvepolttoaineita, ja sen kautta voidaan syöttää polttoainetta kummallekin voimalaitokselle. Puukuormista ei oteta koskaan automaattinäytettä, koska näytteenottimet eivät kestä puun aiheuttamaa räsitusta.

5.2 KPA4

KPA4:llä on käytössä automaattinen näytteenotto puupolttoaineilla. Näytteenotto on tälläkin laitoksella Once-ohjattu ja se aloitetaan päätteelle kirjautumalla. Purkuasemalle voi purkaa vain yhdelle linjalle kerrallaan näytteenoton ollessa käytössä. Näytteenottopiste on seulomossa, jossa näyte otetaan putoavasta virrasta. Näytettä otetaan kuusi kauhallista, jonka jälkeen se murskataan, sekoitetaan ja tiputetaan sekundäärinäytekauhaan joka vie näytteen sille määrättyyn säiliöön. Astianumerot voi määrittää joko kelluviksi, tai kiinteiksi.

Linjoille kirjaudutaan Once -päätteeltä, kun ”purku päättyy” -nappia on painettu edellisen kuorman purkulinjalta ja polttoainepatjan korkeus purkumontussa on sallituissa rajoissa. Kun ensimmäinen pinnanmittausanturi näyttää alle 1,2 m ja loput alle 0,5 m, katsotaan montun ehtivän tyhjentyä ennen kuin seuraava auto aloittaa purkamisen. Kirjaututtaessa alkaa automaatio laskea aikaa (300 s), jonka jälkeen polttoainetta aletaan odottaa näytteenottimelle.



Kuva 12. Näytteenottimen periaatekaavio (BMH Technology 2015)

KPA4:n näytteenotto on liian kaukana purkupaikalta. Näytteenotto pitäisi suorittaa mahdollisimman lähellä luovutuspaikkaa saapumistilassa, jotta se ei pääse sekoittumaan aiempiin kuormiin. Purkupaikalta kaukana sijaitseva näytteenotin myös hidastaa autojen purkamista. Koska näytettä ei saada otettua heti, joudutaan odottamaan, että edellinen polttoainekuorma on siirtynyt kokonaisuudessaan seulomoon tai muuten polttoaineet

saattavat sekoittua keskenään. Purkuhalleja ei voida käyttää yhtä aikaa, koska niillä on yhteinen kuljetin seulomoon ja linjojen sekvenssit ovat pidempiä kuin vastaavasti KPA3:lla, joten purkaminen on paljon hitaampaa. Ongelmia muodostuu erityisesti talven kovina pakkaspäivinä, kun polttoaineen kulutus on huipussaan. Vastaanotto ruuhkaantuu välillä niin pahasti, että autoilijat joutuvat odottamaan jopa 20 minuuttia, että pääsevät purkamaan kuormaa.

5.3 Käsinäytteenotto

Kun automaattisen näytteenottimen linjakohtaisessa primääri- tai sekundäärisekvenssissä jokin toiminnan estävä häiriö, ko. hallissa vilkuttaa keltainen merkkivalo merkkinä käsinäytepakosta. Käsinäytteenotto tehdään Kuopion Energian näytteenottosuunnitelman mukaisesti (liite 1). Kuljettaja ottaa nupista kaksi kauhallista näytettä ja perävaunusta neljä. Käsinäytteenotto kuitataan vastaanottohallin valvomon käyttöpaneelist.



Kuva 13. Peräpurkumontun käsinäytteenotto, KPA4 (Kuva: Juuso Tuhkanen)

Prometec tutki Kuopion Energialla automaattilla otettujen näytteiden ja käsinäytteiden välisiä eroja polttoaineen kosteuspitoisuudessa 8/2014 – 1/2015 välisenä aikana. Tutkimusten perusteella todettiin, että käsinäytteet ovat lähestulkoon aina automaattilla

otettuja näytteitä kuivempia. Lähes kaikilla lajeilla havaittiin selkeä korrelaatio irtotiheyden ja kosteuden välillä. Pienen irtotiheyden omaavien lajikkeiden, kuten metsähakkeen ja kantomurskeen automaattinäytteiden ja käsinäytteiden välinen ero oli huomattavasti suurempi, kuin suuren irtotiheyden esim. purun ja turpeen.

6 Online-mittaus

Kosteuden online-mittaukseen voidaan käyttää hyvin monenlaisia menetelmiä, esimerkiksi laajaa aluetta sähkömagneettista spektriä (gamma, röntgen, infrapuna, mikroaalto), sähkökentän ominaisuuksien muutoksen mittaukseen perustuvia menetelmiä, ydinmagneettista resonanssia (NMR) ja neutroniaktivaatio- ja neutroniabsorptiomenetelmiä. Mittaus suoritetaan laitteiston käydessä esimerkiksi kuljetinhihnan päältä jolloin polttoainetta ei tarvitse erottaa prosessista. Melkein kaikki menetelmät ovat herkkiä lämpötilavaihteluille, joita pyritään kompensoimaan, mutta käytännössä lumista tai jäistä materiaalia ei pystytä mittaamaan kuin radiometrisillä eli säteilyyn perustuvilla menetelmillä. Talvella voimalaitokselle tuleva polttoaine on lähes aina jäässä, joten se sulkee pois suurimman osan mittausmenetelmistä.

6.1 Infrapunasäteily

Infrapunasäteilyn absorptio on optinen menetelmä, joka on hyvin herkkä, reaaliaikainen eikä vaadi fyysistä kontaktia aineeseen. Aineen vesimolekyylien absorboima infrapunasäteilyn määrä on verrannollinen näytteen sisältämän veden määrään. Infrapunamenetelmät jaetaan hyödynnetyn aallonpituusalueensa mukaan lähi-infrapuna- (NIR), keski-infrapuna- (MIR) ja kauko-infrapunamenetelmiin (FIR). (Järvinen 2013, 19.)

Kosteuden määrittämissä yleisesti käytetty on lähi-infrapuna eli NIR -aallonpituusalue, joka mittaa näytteen pintakerroksen. Kosteuden määrittäminen infrapunamenetelmällä perustuu näytteestä heijastuneen säteilyn määrän mittaukseen. Optisella infrapunasäteilyyn perustuvalla menetelmällä kyetään määrittämään kosteus

vain muutaman millimetrin syvyydeltä. Luotettava IR-määritysalue on noin 0 – 60 %:n kosteus. Menetelmällä saadaan määritetyksi jossain määrin jäätyneen biopolttoaineen kosteutta, mutta näytteen jäätyneen ulkopinnan heijastavuus voi vaikuttaa tulokseen. Mitattavan materiaalin laadun muuttuessa merkittävästi, uudelleen kalibrointi on usein tarpeen. Menetelmä toimiiikin parhaiten hyvin homogeenisten eli tasalaatuisten materiaalien kohdalla. (Puttonen 2011, 25.)

6.2 Mikroaallot

Mikroaalloilla voidaan mitata monella eri tavalla. Mittaus voi perustua aaltojen vaimenemisen, resonanssitaajuuden, etenemisnopeuden, vaihesiirron tai niiden yhdistelmän mittaukseen. Kosteusmittauksessa käytetään joko mikroaaltojen vaimenemaa tai nopeutta. Resonanssitaajuuden ja etenemisnopeuden tapauksessa mitataan materiaalin suhteellista permittiivisyyttä eli dielektristä vakiota. Esimerkiksi puun permittiivisyys on noin 2,5 – 6,8 ja vapaan veden permittiivisyys noin 80 huoneenlämmössä. Tätä eroavaisuutta voidaan käyttää hyväksi kosteuden mittaamisessa. Mitä korkeampi vesipitoisuus on, sitä suurempi on mikroaaltojen nopeus.

Mikroaaltotekniikan etuna on suuri tunkeuma näytteeseen ja mittausalueen laajuus, vettä voi olla 25 – 100 %. Ongelmaksi muodostuu puun tiheyden ja johtokyvyn muutokset. Voimakkaimmin tämä näkyy veden ollessa jäänä, sillä jään ja puun permittiivisyydet ovat hyvin lähellä toisiaan. (Järvinen, Malinen, Teppola & Tiitta 2007, 21.)

6.3 Röntgen- ja gammasäteily

Sähkömagneettisessa säteilyspektrissä röntgen- ja gammasäteily edustavat lyhytaaltoisinta ja läpäisykykyisintä aluetta. Röntgensäteet jaetaan kahteen kategoriaan käytettävän aallonpituusalueen mukaan, näitä ovat kevyet röntgenaallot ($10 - 0,10$ nm) ja raskaat röntgenaallot ($0,10 - 0,01$ nm). Gammasäteily on kaikkein suurenergisintä ja parhaiten väliainetta läpäisevää sähkömagneettista säteilyä, jonka aallonpituus on ainoastaan 10 pikometriä. (Kanko 2011.)

Aineen kosteusmäärittämisessä gamma- ja röntgensäteilymenetelmä perustuu säteilyn vaimenemiseen säteilyn kulkiessa kohteen läpi. Tarkoissa mittauksissa tulisi tietää mitattavan kuivan materiaalin tiheys eri osissa, jos ei tunneta kunkin mittauskohdan aiheuttamaa vaimennusta tunnetussa kosteuspitoisuudessa tai kuivana. Gamma- ja röntgensäteilyyn perustuvalla menetelmällä ei ole kosteusaluerajoituksia. Mittaus ei ole riippuvainen veden olomuodosta, joten jäistäkin kiinteää ainetta voidaan mitata. Tarkkoihin tuloksiin pääseminen edellyttää, että tunnetaan mitattavan kappaleen tiheysjakauma. (Järvinen, Malinen, Teppola & Tiitta 2007.)

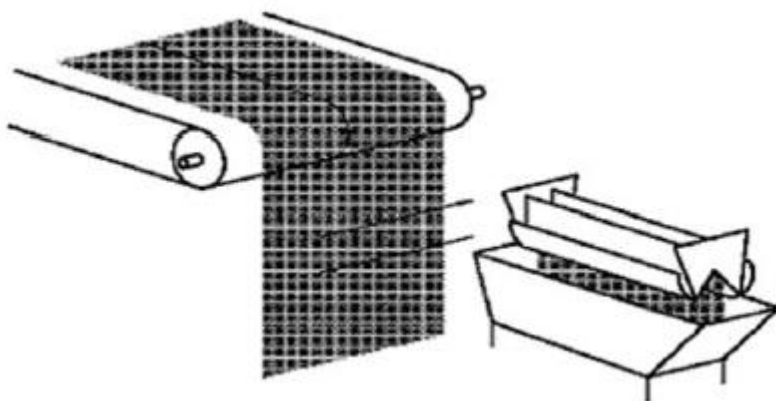
6.4 NMR-mittaus

Voimakkaassa magneettikentässä oleva atomiydin absorboi energiaa radiotaajuisesta sähkömagneettisesta kentästä, jolloin syntyy ydinmagneettinen resonanssi, joka voidaan mitata. Yleisesti NMR soveltuu parhaiten paljon vetyä sisältävien materiaalien analyysiin. Hyvin sähköä johtaviin materiaaleihin ei synny riittävää radiotaajuisia kenttää. NMR-laitteen pääkomponentti on magneetti, joka luo homogeenisen magneettikentän. Magneetin koko ja magneettikentän vahvuus määrittää sen, mitkä mittaukset ovat mahdollisia. Esimerkiksi lääketieteessä käytetyssä kerroskuvauksessa potilas makaa magneettikammion sisällä. Siksi kohteen vaatima magneetti vaikuttaa olennaisesti laitteen hintaan, käytettävyyteen ja käyttökustannuksiin. Mittauksessa on kuitenkin huomioitava magneettikentän vaikutusalue, jossa ei saa olla ferromagneettista materiaalia eikä sähkömagneettisia häiriölähteitä.

7 Näytteenottomenetelmät

7.1 Liikkuva polttoainevirta

Peruseriaate koneelliselle näytteenotolle on, että yksittäisnäytteet otetaan siten, että polttoainevirran koko poikkileikkaus on näytteessä keskiarvoperiaatteen mukaan edustettuna. Parhaiten tämä voidaan toteuttaa ottamalla näytteet kuljettimen päästä putoavasta polttoainevirrasta (kuva 14) tai suoraan kuljetinhihnan päältä. Yleensä se tapahtuu siten, että näytteenottolaatikko liikkuu vakionopeudella koko materiaalivirran poikki, jolloin näyte leikkautuu koko polttoainevirrasta. Vaihtoehtoisia menetelmiä näytteenottimen liikeratkaisuiksi on useita. Molemmissa tapauksissa näytteenottimen suuaukon tulee olla vähintään 2,5 kertaa materiaalin nimellisesti suurin palakoko. Näytteenottolaatikon on oltava riittävän suuri, yleensä täyttöaste mitoitetaan kaksi kolmasosaa koko laatikon tilavuudesta.



Kuva 14. Esimerkki putoavasta virrasta otetusta näytteestä (SFS-EN 14778 2011)

Näyte voidaan ottaa putoavasta virrasta muillakin menetelmillä esimerkiksi ruuvilla tai kauhalla, mutta lopputulos on erittäin todennäköisesti kaikilla menetelmillä sama, jos näytetilavuudet pysyvät yhtä suurina. Näytteenottimen suuaukon täytyy olla vähintään 2,5 kertaa nimellisesti suurin raekoko (SFS 2011, 26).

Koneellisessa näytteenotossa yksittäisnäytteen tilavuudet kasvavat suuriksi, joten automaattijärjestelmiin on yleensä suunniteltu näytteiden murskaus-, sekoitus- ja

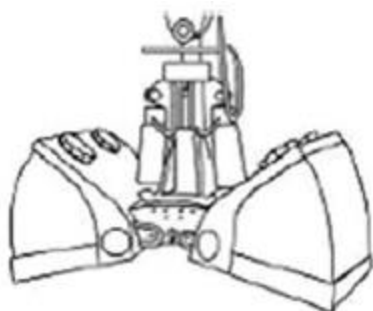
jakolaitteet. Niistä saadaan kuormakohtainen suhteellisen pieni näyte toimittajakohtaiseen keräilyastiaan. Näistä kokoomanäytteistä saadaan sekoituksen ja jakamisen jälkeen vuorokausikohtainen laboratorionäyte analysoitavaksi.

7.2 Paikallaan oleva polttoaine

Vaihtoehtoisesti näyte voidaan ottaa polttoaineen ollessa paikallaan esimerkiksi suoraan kuormasta auton punnituksen yhteydessä, tai erillisessä näytteenottorakennuksessa. Näyte voidaan ottaa siihen tarkoitettulla näytteenottokairalla, tai esimerkiksi robottiohjatulla kouralla.



Kuva 15. Putkikaira (SFS-EN 14778 2011)



Kuva 16. Koura (SFS-EN 14778 2011)

8 Näytteenottopaikka

Näytteenottopaikkaa valitessa täytyy varmistaa, että eri kuormien ja toimittajien polttoaineet pysyvät erillään näytteenottopaikassa. Samoin näytteenottoväli on mitoitettava kuormien purku- ja kuljetinkapasiteetin mukaan siten, että suunniteltu määrä yksittäisnäytteitä kuormaa kohti saadaan ja että ne levittyvät edustavasti koko kuorman pituudelta. Näytteenottopaikkaa valitessa täytyy ottaa huomioon myös se, että autojen purkaminen ei hidastu. Polttoaineen vastaanotto on aina ensisijainen tehtävä, ja

näytteen ottamisen tulisi tapahtua huomaamattomasti vastaanoton yhteydessä. Jos näytteenotto on kaukana purkupaikalta, niin joudutaan odottamaan huomattavasti pidempään kuljetinlinjojen tyhjentymistä edellisestä näytteestä. Kun näyte otetaan välittömästi purku- tai vastaanottopaikalla, voidaan autoja ajaa huomattavasti tiheämmin vastaanottohalliin ja jonoja ei ehdi syntyä. Kuljetinmatkojen lyhentyessä myös häiriömahdollisuudet ja polttoaineiden sekoittuminen vähenee merkittävästi.

9 Yhteenveto

Näytteenoton kehittäminen on haastava tehtävä voimalaitosolosuhteissa, jossa vastaanotetaan päivittäin lukuisia eri polttoainelajeja kymmeniltä eri polttoainetoimittajilta. Aiheesta hankalan tekee polttoainemassan heterogeenisyys, joka aiheuttaa muun muassa lajittumista, minkä seurauksena näytteen edustavuus saattaa heikentyä.

Teollisuuskäyttöön suunnitellut automaattinäytteenottimet ovat usein suunniteltu yhdelle tietylle raaka-aineelle tai raekoolle, eivätkä siksi sovellu laitokselle, jolle tuodaan päivittäin monia eri polttoainelajeja ja -laatuja. Talvisin jäinen polttoaine rikkoo ja tukkii kuljettimia ja näytteenottimia.

Biopolttoaineiden kosteuden mittaukseen liittyy tekijöitä, jotka ovat ongelmallisia kaikissa online-mittausmenetelmissä. Puupolttoaineiden ominaistiheys vaihtelee jopa saman toimituserän sisällä, lumi ja jäinen olomuoto aiheuttavat ongelmia ja hakkeen tai murskeen palakoko vaikuttaa mittaustuloksiin. Käytännössä kaikki kosteusmittaus instrumentaalimenetelmin edellyttää materiaalilajin tunnistusta ja mittalaitteen kalibrointia. Puumassan kosteusmittaus on paljon tutkittu aihealue, jossa on saatu lupaavia tuloksia laboratorio-olosuhteissa. Tulevaisuudessa näistä tekniikoista saadaan varmasti jalostettua voimalaitosolosuhteisiin soveltuvia menetelmiä, mutta tällä hetkellä markkinoilla ei ole laitteita tai valmiita menetelmiä, joilla päästäisiin vaadittuun tarkkuuteen.

Lähteet

- Alakangas, E., Alanen, V-M., Airaksinen, L., Puhakka, A., Soini, R., Siponen, T. & Kainulainen, S. 2001. Hakelämmitysopas. Helsinki: Motiva.
- Bioenergiapörssi. 2015. Puu polttoaineena. Bioenergiapörssi. http://www.bioenergiaporssi.fi/k%C3%A4sitteet-ja-laskurit/puu-polttoaineena?searched=puupolttoaine&advsearch=oneword&highlight=ajaxSearch_highlight+ajaxSearch_highlight1. 15.10.2015.
- Energiaturpeen laatuohje. 2006. Polttoaineluokitus ja laadunvarmistus, näytteenotto ja ominaisuuksien määrittäminen. Nordic Innovation Centre. http://energia.fi/sites/default/files/energiaturpeen_laatuohje_2006.pdf. 29.10.2015.
- Huhtinen, M. 1997. Höyrykattilatekniikka. Helsinki: Oy Edita Ab.
- Impola, R. & Järvinen, T. 2012. Näytteenottostandardin soveltamisohje. VTT. http://energia.fi/sites/default/files/cen_naytteenotto-ohje_070612.pdf. 12.11.2015.
- Järvinen, T. 2013. Nopea ja tarkka biopolttoaineiden kosteuden määrittäminen käyttäen magneettisen resonanssin mittaukseen perustuvaa laitetta. VTT. <http://www.vtt.fi/inf/pdf/technology/2013/T90.pdf>. 10.09.2015.
- Järvinen, T., Malinen, J., Teppola, P. & Tiitta, M. 2007. State of art – selvitys puun kosteusmittauksesta. VTT. http://www.metsateho.fi/wp-content/uploads/2008/01/State_of_art_selvitys_puun_kosteusmittauksesta_2007_VTT.pdf. 12.11.2015.
- Kanko, L. 2011. Biopolttoaineiden kosteudenmittaus online-sovelluksena. Vaasan ammattikorkeakoulu. Sähkötekniikan koulutusohjelma. Opinnäytetyö. <http://urn.fi/URN:NBN:fi:amk-201101211632>. 1.12.2015.
- Kuopion Energia. 2015a. Vuosikertomus 2014. Kuopion Energia. http://www.kuopionenergia.fi/filebank/2523-KE_vuosikertomus_2014.pdf. 10.11.2015
- Kuopion Energia. 2015b. Kotimaista energiaa. Kuopion Energia. <http://www.kuopionenergia.fi/tuotanto>. 12.11.2015.
- Puttonen, T. 2011. Vaisala Oyj:n NMR-prototyypin soveltuvuus kiinteiden biopolttoaineiden kosteuden määrittämiseen. Jyväskylän ammattikorkeakoulu. Maaseutuelinkeinojen koulutusohjelma. Opinnäytetyö. <http://urn.fi/URN:NBN:fi:amk-2011060711267>. 10.11.2015.
- SFS. 2011. SFS-EN 14778 Kiinteät biopolttoaineet. Näytteenotto. Suomen Standardisoimisliitto. Helsinki: Suomen standardisoimisliitto SFS ry.

1 Yleistä

Haapaniemen voimalaitokselle toimitetaan polttoaineeksi turvetta ja puupolttoaineita. Jokainen kuorma punnitaan laitokselle tullessa ja laitokselta pois lähtiessä, jolloin saadaan vastaanottoon jäänyt polttoainemäärä.

Polttoainekuormista otetaan näytteet joko automaattilla tai manuaalisesti. Näytteistä määritetään kosteus ja lämpöarvo. Näytteiden käsittelyssä noudatetaan Turpeen laatuohjetta 2006 sekä Puupolttoaineiden laatuohjetta (VTT-M-07608-13).

Jyrsinturpeen päästöjen määrittämistä varten jyrsinturpeesta toimitetaan näyte ulkopuoliseen akkreditoituun laboratorioon, joka määrittää jyrsinturpeelle päästökertoimen. Muille polttoaineille käytetään tilastokeskuksen määrittämiä päästökertoimia.

2 Kiinteän polttoaineen näytteenotto

2.1 Automaattinen näytteenotto

Laitoksella on automaattiset näytteenottimet kaikilla käytettävissä olevilla purkupaikoilla. KPA2 näytteenotin sijaitsee välivarastoon johtavalla kuljettimella. Se ottaa näytteen putoavasta turvevirrasta ja sitä voidaan käyttää yhdellä toimittajalla kerrallaan.

KPA 3 näytteenotto tapahtuu putoavasta turvevirrasta ruuveilla kuormaa purettaessa. Vastaanottoasema 3:lla voidaan näyte ottaa automaattilla usealta eri toimittajalta. Näytteenottimen varastosäiliöitä on käytössä kahdeksan.

KPA4:llä on automaattinen näytteenotto, jolla voidaan ottaa näyte yhteensä kahdeltatoista toimittajaa / aine yhdistelmältä.

Vastaanottoasema 1 on muutettu hätäsyöttötaskuksi, jota käytetään tarvittaessa.

2.2. Käsinäytteenotto

Mikäli näytteenottimet vikaantuvat eikä näytettä automaattilla voida ottaa, laitoksella siirrytään sen vastaanottoaseman kohdalla käsinäytteenottoon. Hätäsyöttötaskua käytettäessä otetaan tarvittaessa käsinäyte. Käsinäyte otetaan alla olevan ohjeen mukaisesti:

- Kuormasta otetaan kuusi erillistä näytettä pitkävartisella näytekauhalla, kaksi näytettä nupista ja neljä näytettä perävaunusta. Näytteet kerätään vastaanottoasemalla oleviin näyteastioihin. Näytteet pyritään ottamaan aina juoksevasta polttoainevirrasta. Mikäli näytettä ei voida juoksevasta virrasta ottaa, otetaan näyte heti purkamisen jälkeen polttoainekasasta kuitenkin niin, että näytteitä otetaan kasan eri osista ja pintakerroksen alta. Tällöin näytteestä saadaan mahdollisimman edustava.

- Näytteenottamisen jälkeen näyteastia jätetään vastaanottoaseman näytehyllyyn, josta näyteastiat haetaan ja toimitetaan laitoksen laboratorioon jatkokäsittelyä varten.

2.3 Kosteusnäytteen muodostaminen

Laitoksen käyttöhenkilökunta tyhjentää näytteenottimet toimituserien muodostumisen rytmissä ja tekee säiliössä olevasta näyte-erästä laboratorioon kosteusmäärittystä varten toimitettavan näytteen. Myös käsinäytteistä muodostetaan laitoksen laboratorioon toimitettava näyte kosteusmäärittystä varten. Vuorokauden aikana toimitetut näytteet sekoitetaan myllyssä aine ja toimittajakohtaisesti eli näytteistä muodostetaan toimituseräkohtainen näyte, joka toimitetaan laitoksen laboratorioon.

Laitoksen oma laboratorio määrittää toimitetuista näytteistä kosteudet toimituserille Turpeen laatuohjeen 2006 ja Puupolttoaineiden laatuohjeen (VTT-M-07608-13) mukaisesti.

2.4 Lämpöarvomäärittäysnäyte

Laboratorion henkilökunta muodostaa lämpöarvon määrittämiseen tarvittavan analyysinäytteen painottamalla eri toimituserien kuivatut kosteusnäytteet toimituserien massaosuuksien suhteessa. Tätä lämpöarvoa käytetään turvetoimitusten laskutuksessa. Lämpöarvon määrittämisessä käytetään Turpeen laatuohjeen 2006 ja Puupolttoaineiden laatuohjeen suosittelemia menetelmiä.

2.5 Päästökaupan lämpöarvon ja päästökertoimen määrittämiseksi tehtävä näyte

Laboratorion henkilökunta muodostaa päästökauppaa varten tehtävän lämpöarvon ja päästökertoimen määrittämiseen tarvittavan analyysinäytteen painottamalla eri toimittajien laskutuslämpöarvonäytteet kuukausittaisten massaosuuksien suhteessa.

Päästökerroin 2.5.1

Laitos teettää jyrsinpolttoturpeen päästökertoimen ulkopuolisella akkreditoidulla laboratoriolla kuukausittain lämpöarvonäytteistä painottamalla tehdyistä näytteistä. Määrittysten tekeminen kiinteille polttoaineille lämpöarvomäärittäystä varten tehdyistä näytteistä painottamalla on mahdollista vain kuukausittaisella rytmityksellä. Muiden polttoaineiden kohdalla käytetään tilastokeskuksen ilmoittamia päästökertoimia.